



Інтеграція міжпредметних зв'язків фізики та математики

Марія ХАРЧЕНКО

Кажуть, що людина стільки разів людина, скільки вона знає мов. Учитель також стільки разів учитель, наскільки він досконало знає навчальний предмет. І якщо не кожен учитель може стати вчителем-універсалом, то це не значить, що до цього не потрібно прагнути. Аналіз літературних джерел підтверджує, що викладання одним учителем кількох споріднених предметів має багато переваг і в кінцевому результаті дає змогу досягти високих показників у навчальному процесі.

Принцип міжпредметних зв'язків лежить в основі вивчення фізики, оскільки ця наука включає знання із інших галузей і необхідна для їх розуміння. Під час розгляду багатьох явищ і процесів на уроках фізики потрібні знання математики, географії, хімії, біології та ін. Разом з тим і для вивчення цих предметів необхідні глибокі й міцні знання фізики й методів фізичної науки (наприклад, застосування поняття енергії і закон збереження і перетворення енергії у біологічних процесах, фізичних явищах, закони і методи в астрономії). Це значить, що міжпредметні зв'язки відображають диференціацію та інтеграцію наук, що добре розвинуті [1]. Ці процеси впливають і на розвиток загальної середньої освіти.

Шкільна програма з фізики побудована так, що значна увага приділяється міжпредметним зв'язкам. При цьому розглядають такі цілі [8]:

- формування систематичності загального уявлення про природу на основі діалектичної єдності всіх природничо-наукових знань;
- забезпечення систематичності знань (внутрішньо- і міжпредметні зв'язки), які сприяють свідомому і міцному їх засвоєнню, а також розвитку наукового мислення і пам'яті;
- вироблення в учнів вміння

встановлювати різнобічні зв'язки між поняттями і теоріями, які відображають об'єктивно існуючі взаємозв'язки у природі;

- розвиток природничо-наукового і науково-технічного мислення.

Міжпредметні зв'язки можуть бути реалізовані різноманітними шляхами в органічному поєднанні, цілеспрямовано і систематично. Розглянемо найважливіші з них:

- *синхронні багатопредметні зв'язки.* Під час вивчення природничих наук розкривається механізм явищ (фізичних, хімічних, біологічних, астрономічних) на різних рівнях будови речовини (молекулярному, атомному, ядерному й елементарних частинок), встановлюється зв'язок між властивостями матеріальних об'єктів та їх внутрішньою будовою. Перенесення знань із однієї галузі науки у різноманітні ситуації інших галузей доводить учням, що сила наукового знання полягає в логічній побудові будь-якої його галузі, універсальності, загальності фундаментальних положень науки. Засвоєння фундаментальних положень науки, її принципів, вміння отримувати із них частинні випадки і застосовувати їх у споріднених навчальних дисциплінах є високим шаблоном пізнаності, міцності й застосовності знань. Все це допомагає підвищити на-

уковий рівень кожного навчального предмета в школі;

- *асинхронні (взаємні) зв'язки.* Тимчасові зв'язки між навчальними предметами необхідно здійснювати так, щоб не зруйнувати логічної структури будь-якого з них, тому міжпредметні зв'язки мають бути взаємними. Із цього випливає, що корисно провести вивчення деяких понять суміжної навчальної дисципліни, наприклад ознайомити школярів з поняттям сили, швидкості й прискорення на уроках фізики, а потім сформулювати поняття про вектор, першу і другу похідну в математиці;

- *понятійні зв'язки* враховуються під час розробки навчальних програм, планів, підручників у практиці навчання;

- *ідейні зв'язки* — це узгодження і взаємодоповнення трактування одних і тих самих фундаментальних фактів, понять законів і теорій у різних предметах на основі загальних керівних ідей, концепцій і принципів;

- *зв'язки за методами науки* забезпечують глибоке змістовне взаємне проникнення навчальних предметів за умови, що в кожному із них крім специфічних методів своєї науки будуть використані методи суміжних дисциплін. Такий зв'язок багатьох предметів з курсом фізики зумовлений насамперед поширеністю фізичних методів у природознавстві;

- *системно-синтетичні зв'язки* навчальних предметів, кожен із яких своїм змістом і методами навчання розкриває властивості об'єктів і закони матеріального світу, дає можливість учням скласти загальне уявлення про речовину і поле як про два види матерії, форми руху матерії, що їх вивчають у природничо-математичному циклі. В епоху диференціації знань синтез навчального матеріалу на певному рівні освіти вкрай необхідний [9].

Системно-синтетичні зв'язки реалізуються тоді, коли понятійні та ідейні зв'язки, а також

зв'язки за методами навчання здійснюються одночасно в органічній єдності.

Потрібно пам'ятати, що реалізація в процесі навчання міжпредметних зв'язків полегшує розуміння нового матеріалу, підвищує ефективність навчального процесу.

Зв'язки між математикою і фізикою багатогранні й постійні [9]. Об'єктом чистої математики є реальний матеріал: просторові форми і кількісні співвідношення матеріального світу. Той факт, що цей матеріал має абстрактну форму, може лише дещо затушувати його походження із внутрішнього світу. Але щоб мати змогу дослідити ці форми і взаємопроникнення в чистому вигляді, необхідно відділити їх від змісту. Із цих міркувань випливає, що основним методом математики є метод абстракції. За способом відображення дійсності вона є аспектною наукою. Її предметною галуззю є вся дійсність, іншими словами, немає жодної матеріальної галузі, в якій не існували б закономірності, що їх вивчає математика. Таким чином, математика вивчає кількісні взаємозв'язки і просторові форми, які можна «сконструювати» [4].

У міру розвитку фізичних знань математичні методи більше застосовувалися у фізичних дослідженнях.

Взаємозв'язки математики і фізики визначаються насамперед наявністю загальної предметної галузі, хоча і з різних поглядів. Взаємозв'язок математики і фізики виражається у взаємодії їх ідей і методів. Ці зв'язки умовно можна розділити на три види [5].

1. Фізика ставить задачі, створює необхідні для їх розв'язування математичні ідеї та методи, які слугують базою для розвитку математичної теорії.

2. Розвинута математична теорія з її ідеями і математичним апаратом використовується для аналізу фізичних явищ, що часто приводить до нової фізичної теорії, яка, у свою чергу, сприяє

розвитку фізичної картини світу і виникненню нових фізичних проблем.

3. Розвиток фізичної теорії спирається на певний набутий математичний апарат, але останній удосконалюється і розвивається в міру його використання у фізиці.

Узагальнення знань учнями є важливою умовою глибокого засвоєння навчального матеріалу, створює міцний фундамент для розширення знань, забезпечує розвиток мислення. Якість засвоєння узагальнених знань та ефективність формування відповідного типу мислення визначаються метою, засобами і способами узагальнення в системі навчальної діяльності [1, 7].

Під час вивчення фізики значну увагу приділяють розгляду різних величин і законів, завдяки чому створюються сприятливі умови для узагальнення знань у процесі розкриття їх змісту і встановлення зв'язків між ними.

На початковому етапі вивчення фізики користуються індуктивним методом, але згодом його треба поєднувати з дедуктивним. Це дає змогу формувати як емпіричний, так і теоретичний типи мислення, істотно прискорити практичне застосування знань учнями.

Під час узагальнення знань з фізики за допомогою індуктивного методу порівнюється низка окремих явищ певного класу для визначення в них спільного. Як правило, узагальнення завершується побудовою порівняльних таблиць певної форми, які містять систематизовані знання [10, 11]. Якщо навчальний матеріал узагальнюється з використанням дедуктивного методу, то із загального, властивого цілому класу явищ, виокремлюються певні явища. Такий підхід найчастіше реалізують, визначаючи часткові співвідношення із загальних, які є аналітичною формою запису фізичних законів та їх фізичної інтерпретації [10].

Як показує аналіз літератур-

них джерел і практики навчання, узагальнення знань традиційно розглядають як кінцеву мету вивчення певного класу явищ, окремої теми або розділу курсу фізики. Однак кінцевою метою всієї пізнавальної діяльності людини є також успішне виконання різних практичних завдань наукового або виробничого характеру.

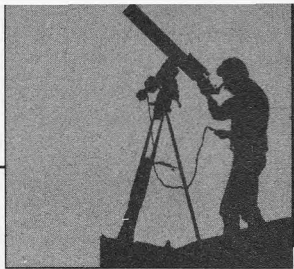
Отже, узагальнення знань з фізики слід розглядати не тільки як засіб формування цілісної картини розглядуваних явищ, а й як засіб підготовки учнів до розв'язування задач, спочатку навчальних, а потім — науково-виробничих; узагальнені знання мають стати засобом розв'язування задач. У цьому разі критерієм якості узагальнення знань є не запам'ятовування і пригадування, а насамперед операційна ефективність у застосуванні для аналізу конкретних фізичних ситуацій.

Орієнтація на розв'язування задач під час узагальнення знань відповідає також вимогам психології навчання: знання, що були метою навчальної діяльності й застосовані потім як її засіб, засвоюються глибше [4].

Отже, до узагальнення знань під час вивчення фізики слід ставитися як до процесу згортання знань про окреме або розгортання знань про загальне, кінцевою метою якого є розв'язування задач.

Унаслідок узагальнення знання мають набути зручної для практичного застосування форми, причому як способи діяльності, так і окремі його прийоми мають уможливлювати ефективно розв'язування задач.

Проаналізувавши ряд педагогічних літературних джерел, можна сказати, що система роботи вчителя у школі, по суті, є роботою викладача інтегрованого курсу з математики, фізики та інформатики в класі з поглибленим вивченням математики (тижневе навантаження в такому класі становить 16—18 год). Тому можна назвати переваги даного методу роботи.



ДО ОБГОВОРЕННЯ

Це змога ефективно реалізувати міжпредметні зв'язки, отримавши при цьому значну економію часу, що є однією з основних переваг.

Колись К. С. Станіславсько-го запитали, чи можна будь-яку людину вивчити на режисера. Він відповів: «Можна. Тільки одну — за 5 років, другу — за 50, а третю — за 500». На мою думку, ситуація під час вивчення математики, фізики та інформатики аналогічна. Поєднання вивчення цих предметів дає змогу значно інтенсифікувати процес навчання. Крім того, викладаючи три предмети, можна оперативніше реагувати на нестикування в трактуванні споріднених питань, коригувати часові терміни вивчення деяких тем. Це доводиться робити досить часто. Адже наявність різних рівнів вивчення і використання різних підручників призводить до неузгодженості програм.

Але навіть у разі узгодження часових термінів іноді виникають розбіжності у трактуванні деяких питань, які докладно вивчаються на уроках математики, а застосовуються — на уроках фізики.

Наприклад, тема «Вектори на площині» згідно з програмою МОН України має вивчатися у 8 класі. На перший погляд, все правильно. Адже у розділі «Механіка» вивчатимуться такі векторні величини, як швидкість, прискорення, сила та імпульс. І від розуміння суті цих величин залежить успішне вивчення фізики в подальшому.

На жаль, трактування поняття вектора в курсі математики мало підходить для того, щоб працювати з векторними величинами у фізиці.

Враховуючи сказане вище, вчителі планують свою роботу так, щоб тему «Вектори на площині» вивчати на уроках математики паралельно з вивченням векторних величин у фізиці. Провівши інтегрований урок, вони мають можливість всебічно висвітлити її як з погляду математики, так і фізики. А далі зали-

шається на уроках математики і фізики закріпити вивчені поняття. За такого підходу очевидною є економія часу і (що значно важливіше) зростає якість засвоєння матеріалу. Але це стає можливим лише за умови, якщо навчання математики і фізики зосереджено в одних руках.

Подібна ситуація виникає під час вивчення елементів диференціального та інтегрального числення на уроках математики та застосування його на уроках фізики. Не менш гострою є проблема поєднання вимог до наближених обчислень на уроках математики та фізики. Розв'язуючи останнє питання, вчителі поєднують усі три предмети: математику, фізику та інформатику.

Згідно з дослідженнями американських учених комп'ютер з добрим програмним забезпеченням може скоротити термін навчання на третину.

Якщо переглянути шкільну програму з фізики чи математики, підручники, збірники задач, то важко зробити висновок, що в загальноосвітній школі вже достатньо давно вивчається такий предмет, як основи інформатики та обчислювальної техніки. Можливо, так і має бути. Але якщо сам курс фізики та математики не змінився, то мають змінитися методи їх викладання. А здійснити такі зміни під силу лише вчителю, який одночасно викладає поряд з даними навчальними предметами ще й основи інформатики.

Зрозуміло, що запрограмувати окремі теми з фізики чи математики, написати серйозні програми з фізичного чи обчислювального практикуму, контрольні роботи чи тести вчитель не має змоги фізично. Проте і без цього роботи з реалізації міжпредметних зв'язків між математикою фізикою та інформатикою достатньо. Така робота ефективна ще й тому, що в учнів не потрібно додатково стимулювати інтерес до занять з комп'ютером, а в останні роки вже й відпала потреба навчати еле-

ментарних правил роботи за комп'ютером.

Досвідчені вчителі, працюючи в школі, починають застосовувати комп'ютери на уроці математики вже в 5 класі. Як правило, прийшовши з початкової школи, учні на перших уроках математики показують, що їх непогано навчили обчислювати та розв'язувати задачі. Але коли справа доходить до усних відповідей з вивченого матеріалу, то виявляється, що більшість з них не можуть чітко формулювати правила та означення.

Перша контрольна програма є тестовою, тому що потрібних навичок роботи з клавіатурою деякі учні ще не мають. Велика увага під час складання такої програми приділяється формулюванню запитань та відповідей. Це приблизно 15 запитань по три відповіді на кожне, одна з яких правильна. Як правило, з першого разу гарні оцінки — це рідкість. Причому нерідко незадовільні оцінки отримують ті, хто був відмінником у 1—4 класах. І якби опитування було усним, то легко отримали б непогану оцінку. Не аналізуючи цю ситуацію, можна зазначити, що проблема психологічного характеру. На уроці залишається заспокоїти учнів, що то був перший, але не останній урок з використанням комп'ютерів для контролю знань. Та тільки перший і останній раз можна дозволити на наступному уроці перезадати дану тему. Після такого настроювання на наступному уроці низьких оцінок вже практично немає. Все стає на свої місця. І основне, що після цих уроків труднощів щодо формулювання правил і означень уже не виникає.

Звичайно, можна розділити всі комп'ютерні програми, які пишуться для підтримки певних предметів, на види. Але поділ цей достатньо умовний. Крім того, іноді програма одного виду може виконувати функції, які в неї, здавалося б, не закладено. З такою ситуацією вчителі вперше стикнулися під час уроку мате-

матики, коли учні 5 класу працювали з контрольною програмою з перевірки дій з додатними та від'ємними числами. Дітям так подобалася робота з програмою, що надалі (після незначних модифікацій) стали використовувати її як навчальну.

Легко вивчати, користуючись комп'ютером, декартову систему координат на площині. Відповідна програма складається з двох частин. В першій з них потрібно вказати координати зображених точок. У другій, навпаки, знаючи координати точок, потрібно позначити їх на координатній площині. Якщо виникла помилка, то програма її фіксує і враховує під час виставлення оцінки, але відразу ж демонструє правильне розв'язування, щоб не повторилися аналогічні помилки.

Щодо навчальних і демонстраційних програм, то їх написання — це складна і громіздка праця. Тому використовуються вже готові програмні продукти. На жаль, якість більшості з них далека від бажаної. Але є теми, які краще вивчати навіть за такими програмами. Зокрема, застосовують програми, що вчать будувати та досліджувати графіки. Комп'ютер допомагає наочніше викласти матеріал, в якому використовуються елементи обчислювальної математики, диференціального та інтегрального числення. Під час повторення для урізноманітнення уроків можна використовувати програмні довідники та -репетитори.

На уроках фізики для контролю знань також застосовуються як тестові, так і конструювальні програми. Коли було запроваджено тестовий іспит з фізики, у комп'ютер ввели всі завдання першого рівня. Ця програма уможливила працю з певною темою. Також можна було скористатися в будь-який момент допомогою комп'ютера. На початку програми наводилося роз'яснення стратегії роботи з тестовими програмами. Якщо учень не знає правильної

відповіді, то насамперед повинен відкинути явно неправильні. Тобто учень навчається розумно ризикувати, що в реальному житті доведеться робити не один раз.

У збірнику задач з фізики (авт. Римкевич) є задачі, що розраховані на обчислення за допомогою програмного калькулятора. Користуючись комп'ютером, результати можна подати у більш наочній формі. Їх легко аналізувати і за потреби модифікувати. Аналогічні переваги стосуються й обчислень під час лабораторних робіт.

Фізика — наука насамперед експериментальна. Істинне наукове викладання її основ не може ігнорувати цього факту. Під час вивчення класичної фізики є деяка можливість провести фундаментальні експерименти. Інша справа з вивченням сучасної фізики, що виникла на рубежі XIX—XX ст. Її фундаментальні дослідні складні щодо виконання, потребують дорогого обладнання і недоступні не тільки для шкільного лабораторного, а й для демонстраційного експерименту. До таких належать досліді Томсона з визначення питомого заряду електрона. Йоффе—Міллікена з вимірювання його заряду, досліді Резерфорда та деякі інші, з якими учнів бажано ознайомити. Комп'ютер дає змогу це зробити, використавши імітаційно-комп'ютерні моделі обладнання, з яким проводяться досліді.

Суть роботи полягає в тому, що учням замість реального фізичного об'єкта пропонується робота з його віртуальним аналогом. При цьому комп'ютер тільки імітує фізичне явище, проте водночас виконує роль інструменту для його вивчення.

Іноді корисно проводити комп'ютерний експеримент для уточнення реальних досліджень під час вивчення класичної фізики. Наприклад, у оптиці — це хід променів крізь трикутну призму. Комп'ютер дає змогу досить швидко дослідити цей процес з різними варіаціями. Під час ви-

вчення механіки учням подобається програма, яка дає змогу досліджувати рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.

На уроках інформатики намагаються розширити знання учнів з математики та фізики. А саме: складають програми, в яких використовуються елементи обчислювальної математики для розв'язування рівнянь та дослідження функцій. Це стоїть і певного матеріалу з фізики.

Крім того, в інформатиці є теми, які значно розширюють знання учнів з математики (наприклад, розгляд систем числення) та фізики (наприклад, вивчення апаратної складової комп'ютера). Для розгляду таких тем використовують інтегровані уроки.

Окремо варто розглянути психологічний аспект, який відіграє особливу роль під час викладання одним учителем математики, фізики та інформатики в одному класі. Адже спілкування кожного дня по кілька годин (і це протягом кількох років) приводить до ідеального взаєморозуміння, що позитивно впливає на результати навчання.

На майбутнє бажано, щоб ще інтенсивніше використовували комп'ютер під час вивчення не тільки інформатики, а й математики та фізики. Адже з програмним забезпеченням справи налагоджуються. Маємо доступ до Інтернету, хоча й обмежений за часом і швидкістю доступу. Бажано найближчим часом придбати медіа-приставки для демонстрації зображень на великий екран. Адже для успішної роботи, як говорив «батько кібернетики» Норберт Вінер, потрібно «...віддати людині людське, а машині — машинне».

Істотно новий аспект міжпредметних зв'язків виникає щодо включення до змісту навчання математики елементів теорії ймовірностей і статистики і, зокрема, комбінаторики як базової компоненти ймовірності в дискретних моделях. Це не



ДО ОБГОВОРЕННЯ

тільки створює нові можливості для побудови статистичних теорій у фізиці і вивчення генетики в біології, а й, що є ще важливішим, висуває проблему реалізації взаємозв'язків між математикою і предметами гуманітарного циклу.

Принципово важливим у плані міжпредметних зв'язків є навчання математичної мови як специфічного засобу комунікації в його зіставленні з реальною мовою. Грамотна математична мова є свідченням чіткого й організованого мислення. Оволодіння цією мовою, розуміння точного змісту речень, логічних зв'язків між реченнями поширюється і на володіння природною мовою, і тим самим робить вагомий внесок у формування і розвиток мислення людини в цілому. Разом з тим об'єктивні зв'язки між природною і математичною мовою настільки глибокі, що міжпредметні зв'язки між навчанням математики й мови — як рідної, так й іноземної — також є потенційно двобічними.

Частина вчителів, як правило, ті, хто викладає математику та інформатику, проводять комбіновані уроки — написання програм мовами програмування з математичної тематики. Це дуже важливий напрям: Д. Кнут писав, що розробка алгоритму вимагає надзвичайно ретельного вивчення та розуміння процесу або явища, який алгоритмується. За такого вивчення можуть з'ясуватися деталі, які під час початкового ознайомлення важко передбачити. Тому розробник алгоритму повинен знову й знову експериментувати, вивчати та осмислювати відповідний теоретичний матеріал. Безперечно, створення алгоритмів є дуже продуктивним та корисним методом вивчення математики. Причому цей метод використовували і в докомп'ютерну епоху: адже алгоритм можна сформулювати і словесно — усно або письмово. До того ж за такого підходу вчителів легко

встановити цілком природні міжпредметні зв'язки математики та програмування. Те, що для ефективного застосування даного методу від учнів вимагається знання мови програмування, не можна вважати недоліком: не важко підібрати матеріал як з математики, так і з програмування, який буде під силу учням [2, 3].

Математика як навчальний предмет чи не найкраще підходить для розв'язування задачі комп'ютерної грамотності учнів. Математика дає учням саме ті теоретичні знання, без яких неможливо будувати високоякісні математичні моделі. Але у шкільному курсі математики учні, як правило, мають справу із готовими математичними моделями, відірваними від реальних практичних ситуацій, що породили відповідну наукову проблему. І тому під час вивчення шкільної математики втрачаються надзвичайно важливі ланки процесу моделювання: здійснення переходу від моделі, сформульованої у термінах певної предметної галузі до математичної моделі, тобто абстрагування моделі, та аналіз (інтерпретація) отриманих результатів стосовно конкретної предметної задачі. Ось чому важко впроваджувати моделювання під час вивчення предметів нематематичного циклу: учні, маючи достатні математичні знання, не вміють застосувати їх для побудови моделей на предметі нематематичних дисциплін.

У педагогічній і методичній літературі міжпредметні зв'язки розглядаються як необхідна умова підвищення ефективності навчання, тому що за умови їх систематичного і цілеспрямованого здійснення вони перебудовують і оптимізують увесь процес навчання.

Цінність виявлення і здійснення міжпредметних зв'язків у навчально-виховному процесі полягає не тільки у формуванні в школярів інтегрованих знань, умінь і навичок, а й у появи но-

вих ідей інтеграції, тобто в процесі навчання міжпредметні зв'язки виконують не тільки навчальну і розвивальну, а й виховну функції.

Однією із важливих складових якісної освіти є її доступність. У зв'язку з цим шкільні програми розроблено з урахуванням як вікових особливостей учнів, так і їхнього інтелектуального потенціалу, розумових та творчих здібностей тощо. Тому вивчення певної шкільної дисципліни тісно пов'язане з іншими, оскільки вони дають всебічні знання.

То ж міжпредметні зв'язки дають змогу розширити кругозір школярів, зробити їхні знання міцнішими і змістовнішими.

ЛІТЕРАТУРА

1. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении. — М.: Просвещение, 1972. — 423 с.
2. Ершов А. П. Компьютеризация школы и математическое образование // Информатика и образование. — 1992. — № 5—6. — С. 3—12.
3. Жалдак М. І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів. — К.: Техніка, 1997. — 304 с.
4. Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. — 562 с.
5. Иванов А. И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при изучении величин // Физика в шк. — 1997. — № 7. — С. 48.
6. Кожекина Т. В. Взаимосвязь обучения физике и математике в одиннадцатилетней школе // Физика в шк. — 1987. — № 5. — С. 65.
7. Леонтьев А. И. Деятельность: Сознание: Личность. — М.: Политиздат, 1977. — 304 с.
8. Методика обучения физике в школе в школах СССР и ГДР / Под ред. В. Г. Зубова, В. Г. Разумовского, М. Вюншмана, К. Либера. — М.: Просвещение, 1978.
9. Морозова О. А. Активное использование понятий и методов математического анализа в процессе преподавания темы «Электромагнитные колебания» // Дипл. работа. — Кемерово: КемГУ, 1995.
10. Сушенко В. А. Систематизация знаний учащихся при изучении электростатики // Физика в шк. — 1974. — № 6. — С. 29—33.
11. Усова А. В., Завьялов В. В. О систематизации знаний учащихся в процессе обучения физике // Там же. — 1976. — № 1. — С. 44—51.